

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-165666

(43)Date of publication of application : 10.06.2004

---

(51)Int.Cl. H01L 21/027  
G03F 7/20

---

(21)Application number : 2003-381339

(71)Applicant : ASML NETHERLANDS BV

(22)Date of filing : 11.11.2003

(72)Inventor : LOF JOERI

DE SMIT JOANNES THEODOOR

RITSEMA ROELOF AEILKO SIEBRAND

SIMON KLAUS

MODDERMAN THEODORUS MARINUS

MULKENS JOHANNES CATHARINUS

HUBERTUS

MEIJER HENDRICUS JOHANNES MARIA

LOOPSTRA ERIK ROELOF

---

(30)Priority

Priority number : 2002 02257822

Priority date : 12.11.2002

Priority country : EP

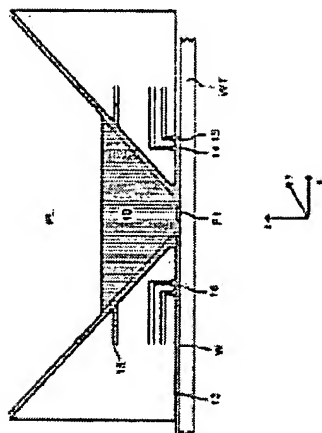
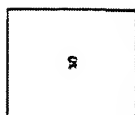
2003 03253692

11.06.2003

EP

---

(54) LITHOGRAPHIC APPARATUS AND DEVICE MANUFACTURING METHOD



(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method and apparatus for accurately aligning and/or leveling a substrate in an immersion lithography apparatus.

**SOLUTION:** A map of the surface of a substrate is formed at a measurement station. Then the substrate W is moved to the place of which space between a projection lens and the substrate is filled with liquid. Subsequently, the substrate is aligned with, for example, a transmission image sensor to expose exactly according to the map formed previously. In this way, the mapping is never carried out under an environment of liquid.

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

A radiation system which supplies a projection radiation beam,

The supporting structure which supports a patterning means which works so that this projection beam may be patterned according to a desired pattern,

A board table holding a substrate,

A projection system which projects a beam patterned on a target portion of a substrate,

A fluid supply system which fills up space between a final stage element of said projection system, and said substrate with a fluid,

A system of measurement which measures a position of a point on said substrate

It is a \*\*\*\*\* lithography projection apparatus,

It was constituted so that a position of a point on said substrate might be measured without said system of measurement passing said fluid of said fluid supply system.

A lithography projection apparatus.

[Claim 2]

The lithography projection apparatus according to claim 1 with which said system of measurement is provided with an alignment system which measures a position of two or more alignment marks on said substrate.

[Claim 3]

The lithography projection apparatus according to claim 1 or 2 which said board table has a reference part and measures a position of said reference part without said system of measurement passing said fluid of said supply system.

[Claim 4]

The lithography projection apparatus according to claim 3 with which said system of measurement measures a position of two or more of said alignment marks on said substrate to said standard on said board table.

[Claim 5]

A lithography projection apparatus given in any 1 paragraph from Claim 1 to 4 which said system of measurement equipped with a leveling degree sensor which measures height of a point on said substrate, and/or inclination.

[Claim 6]

It has an exposure station and another measuring station which can expose said substrate, A lithography projection apparatus given in any 1 paragraph from Claim 1 to 5 with said board table movable between said exposure station and said measuring station in which said system of measurement is provided in said measuring station.

[Claim 7]

The lithography projection apparatus according to claim 6 with each board table movable between an exposure station and a measuring station which has two or more board tables.

[Claim 8]

A lithography projection apparatus given in any 1 paragraph from Claim 1 to 7 in which said reference part is a penetration image sensor.

[Claim 9]

It is a device manufacturing method,

A step which prepares a substrate selectively covered in a layer of admiration radiation material at least on a board table which has a reference mark,

A step which measures a position of a point on said substrate using a measurement beam projected from a system of measurement,

A step which supplies a projection radiation beam using a radiation system,

A step filled up with space between final stage elements of a projection system which supplied a fluid and was used at a substrate and said projection step,

A step which uses a patterning means and gives a pattern to a projection beam in the section,

A step which projects a radiation beam patterned on a target portion of a layer of admiration radiation material

An implication,

Said measurement beam is not projected via said fluid,

A device manufacturing method.

[Claim 10]

The device manufacturing method according to claim 9 including that a step which measures a position measures a position of an alignment mark on said substrate.

[Claim 11]

The device manufacturing method according to claim 9 or 10 including that a step which measures a position measures height of a point on said substrate, and/or inclination.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention,

The radiation system which supplies a projection radiation beam,

The supporting structure which supports the patterning means which works so that this projection beam may be patterned according to a desired pattern,

The board table holding a substrate,

The projection system which projects the beam patterned on the target portion of a substrate,

The fluid supply system which fills up the space between the final stage element of said projection system, and said substrate with a fluid,

The system of measurement which measures the position of the point on said substrate

It is related with a \*\*\*\*\* lithography projection apparatus.

[Background of the Invention]

[0002]

The term "patterning means" used on these Descriptions should be extensively interpreted as what calls the means which can be used in order to give the incident radiation line beam which has the section patterned corresponding to the pattern which should be generated by the target portion of a substrate. The term "light bulb" can be too used in this context. Generally, the above-mentioned pattern corresponds to the specific stratum functionale in the device generated by target portions, such as an integrated circuit or other devices (refer to following). Such a patterning means contains the following.

Mask. The concept of a mask is publicly known at lithography, and this includes mask types, such as a binary shift phase shift, an attenuation phase shift mask type, and various hybrid mask types. By arranging such a mask in a radiation beam, the radiation projected on a mask is made penetrate selectively (in the case of a penetrable mask) or reflected according to the pattern on a mask (in the case of a reflexivity mask). In the case of a mask, generally, base material structure is a mask table.

It becomes possible to hold a mask in the position of the request in an incident radiation line beam certainly by this, and if necessary, it can move to a beam.

Programmable mirror array. An example of such a device is a matrix addressable field which has a viscoelasticity control layer and a reflector. The basic principle supporting such a device is that incident light reflects as the diffracted light in the addressing domain of a reflector (for example), and incident light reflects as the non-diffracted light in the field which is not addressed on the other hand. A suitable filter is used, filter removal of the above-mentioned non-diffracted light is carried out from a reflective beam, it is possible to leave only the diffracted light back and a beam is patterned by this method according to the addressing pattern of a matrix addressing good Noh mask. In the example of 1 substitution of a programmable mirror array, the matrix array which consists of two or more minute mirrors is used. Each minute mirrors can be leaned to an axis, respectively by impressing a suitable local electric field or using a piezo-electric operating means. After all, matrix addressing is possible also for this mirror, and, as a result, the addressed mirror reflects it in the different direction from the mirror which is not having the incident radiation beam addressed. Thus, the reflected beam is patterned according to the addressing pattern of a matrix addressable mirror. Required matrix addressing can be performed using a suitable electronic means. In the both sides of the above-mentioned example, the patterning means can have one or more plug rum possible mirror arrays. The further information about such a mirror array can be acquired, for example from PCT patent application WO98/[ United States patents US5296891 and US5523193 and ] 38597, and WO98/33096, and these are included in this Description as reference. In the case of a programmable mirror array, the above-mentioned base material structure can be embodied as immobilization, the frame made movable, or a table if needed.

Programmable LCD array. The example of such a structure is shown in United States patent US5229872. This patent is included in this Description as reference.

As mentioned above, the base material structure in this case can be embodied as immobilization, the frame made movable, or a table if needed.

In order to simplify the talk, in the remainder of this document, especially the example that contains a mask and a mask table under a certain kind of setting out is applicable, but the general principle considered in such an example should be understood in the more extensive context of the patterning method previously shown on these Descriptions.

[0003]

A lithography projection apparatus can be used by manufacture of an integrated circuit (IC), for example. In such a case, the patterning means can generate the circuit pattern corresponding to each layer of IC. This pattern can carry out image formation on the target (for example, it has one or more dies) portion on the substrates (a silicon wafer, LCD, a mask, etc.) covered with the admiration radiation material (resist) layer. Generally, one wafer will contain the whole network which consists of two or more contiguity target portions continuously irradiated via a projection system by 1 time per every \*\*. In the present device, although patterning with the mask on a mask table is used, distinction is made between two different machinery forms. In the lithography device of one form, as for each target portion, therefore, an exposure is performed for exposing the whole mask pattern on a target portion in 1 time of distance (one go), and such a device is usually called a wafer stepper. Usually, in the alternative device called a step and scan device, the exposure to each target portion is performed by scanning a mask gradually under the projection beam of a given reference direction (scanning direction), and scanning a board table to parallel or anti-parallel to this

direction simultaneously. Generally, since this projection system has the magnification  $M$  (in general  $<1$ ), the speed  $V$  which scans a board table becomes what multiplied the speed which scans a mask table by the magnification  $M$ . The further information about the lithography device explained in this part is acquired, for example from US6046792, and this is included in this Description as reference.

[0004]

In the manufacturing process using a lithography projection apparatus, image formation of the pattern (for example, inside of a mask) is carried out on the substrate selectively covered with the layer of admiration radiation material (resist) at least. A substrate passes through various procedures, such as priming, resist, and software bake, before an image formation step. A substrate will pass through other procedures, such as measurement/inspection of post exposure bake (post-exposure bake:PEB), development, postbake, and an image formation feature, after exposure. The arrangement of this procedure is used as foundations for carrying out pattern NINGU of each layer of a device, for example, IC. Subsequently, such a patterned layer will pass through various processes, such as etching, an ion implantation (doping), metallization, oxidation, and chemical machinery polish. In order to finish each layer, expected [ of these all ] is carried out. When two or more layers are required, it is necessary to repeat what changed the whole procedure or it to new each class. The array of a device will appear on a substrate (wafer) eventually. Subsequently, techniques, such as dicing or sewing, dissociate from each other, and a device can be mounted in a career, after each device has subsequently connected with a pin etc. The further information about such a process, For example, "Microchip Fabrication : A Practical Guide to Semiconductor Processing", It can obtain from Third Edition, Peter van Zant work, McGraw Hill Publishing Co., 1997, and the books that become ISBN0-07-067250-4, and this is included in this Description as reference.

[0005]

Although it is the purpose of simplifying the talk and a projection system will be called this "lens" or subsequent ones, this term should be interpreted as including widely the projection system various type which contains dioptrics apparatus, catoptric light study apparatus, and a catadioptric system (catadioptric system), for example. A radiation system will also include the component which operates by these design types that point to it, form or control a projection radiation beam of either. Such a component will also be hereafter called a "lens" collectively or unicentric. The thing of the type which is two or more pieces and which a board table (and/or, two or more mask tables) has may be sufficient as a lithography device. With such a "two or more stage (multiple stage)" device, it is usable in parallel in an additional table, or it is possible after execution of the preparation step on one piece or two or more tables has used other one piece or two or more tables for exposure. The lithography device of the dual stage is indicated, for example to US5969441, and WO98/40791.

This is included in this Description as reference.

[0006]

In the lithography industry, in order to manufacture a much more complicated integrated circuit, it has ceased and tried so that the feature size on silicon may be reduced. Feature size is restricted by the diffraction effect. Namely, resolution of the specific system of the numerical aperture  $NA$  using the wavelength  $\lambda$ ,

[0007]

[Equation 1]

$$W = k \frac{\lambda}{NA}$$

It is come out and given and k is a coefficient (pre-factor). The numerical aperture NA is equal to n-sintheta, however n is a refractive index of the quality of permeated material.

[0008]

Therefore, in order to reduce resolution, wavelength may be made small or a numerical aperture may be raised. A substrate is dipped in a fluid with a comparatively high refractive index, for example, water, and being filled up with the space between the final stage element of a projection system and a substrate is proposed. Although it is in the ability of the feature in this case to carry out image formation of the smaller feature, that is because the wavelength of exposure radiation becomes short in a fluid. (It may consider that the effect of the fluid raised the number NA of effective apertures of the system.)

[0009]

However, a substrate or a substrate, and a board table are dipped in the tub of a fluid (for example, please refer to US4509852.). Saying that, as for this, the whole is included in this Description as reference means that there are a lot of fluids which need to be accelerated during scan exposure. By this, addition of a motor or a more powerful motor is needed, and the unexpected result which is not desirable may be caused.

[0010]

One of the proposed solution is supplying a fluid to the local domain between the final stage element of a projection system, and a substrate with a fluid distribution system (the substrate has bigger surface area in general than the final stage element of a projection system). One method proposed in order to prepare this is indicated by WO99/49504.

As for this, the whole is included in this Description as reference.

As shown in drawing 4 and drawing 5, via at least one entrance IN, preferably, a fluid is supplied on a substrate in accordance with the move direction of the substrate to a final stage element, and after passing the lower part of a projection system, it is removed via at least one exit OUT. That is, if a substrate is scanned in the lower part of a final stage element in the direction of -X, a fluid will be supplied by the +X side of a final stage element, and will be sampled by the -X side. In the composition roughly shown by drawing 4, a fluid is supplied via the entrance IN and drawn out via the exit OUT connected to the low pressure source from the another side side of a final stage element. Although a fluid is supplied in accordance with the move direction of the substrate to a final stage element in illustration of drawing 4, this is not necessarily indispensable. Although it is possible to arrange the entrance and exit of various number in various directions around a final stage element, in an example illustrated to drawing 5, four groups which consist of entrances and exits of the both sides are provided in the rule pattern of the final stage element circumference which forms the liquid retaining part (reservoir) of a fluid.

[0011]

However, immersion lithography (immersion lithography) is developing art, and many problems remain on the occasion of actual application. Especially this patent application is related with alignment and equalization of

a substrate. In conventional technology, alignment and equalization are performed in the state where a substrate is in the view of a projection system (namely, exposure station). However, on the liquid retaining circles of the fluid for immersion, and the outskirts of it, there tends to be no space which can use an alignment apparatus or a leveling degree measuring device so much, actual application tends to become complicated, or accuracy may be spoiled. When a fluid exists near alignment and the leveling degree measuring device, the performance of this device may fall.

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0012]

One purpose of this invention is to align a substrate correctly within an immersion lithography device, and to provide/or the method of equalizing correctly, and a device.

[Means for Solving the Problem]

[0013]

These purpose and other purposes are realized by lithography device specified in a paragraph of the beginning according to this invention, and a system of measurement is constituted so that a position of a point on said substrate may be measured without this device passing said fluid of said fluid supply system. Therefore, a position of a point on a substrate is measured in the state where a fluid does not exist in the exterior of an immersion system. It may measure as an exception method, sinking a target part of a substrate into a fluid, namely, may measure via what has a fluid not the same even if it is a fluid supplied from this fluid supply system filled up with space between a final stage element of a projection system, and a substrate. Therefore, a position of a point on a substrate is measured in the state where a fluid is between a system of measurement and a substrate. Subsequently, after removing this fluid, a substrate (and board table) is moved to a focus of a projection system, a fluid is supplied from a fluid supply system in advance of execution of exposure here, and it is filled up with space between a final stage element of a projection system, and a substrate. The 2nd fluid supply system may be arranged near the system of measurement.

[0014]

I hear that a flow becomes good in a fluid liquid retaining part, and there is one advantage of this invention, a system of measurement does not exist in these liquid retaining circles near the projection system, or the surroundings of it, but it is because performance of a system of measurement does not fall by existence of a fluid. Although a state where a flow is smooth is preferred in a fluid liquid retaining part, this is because change in a device which causes a coarse edge is lost. A system of measurement which is not specially constituted in immersion lithography can be used using this method, without performing complicated reconstruction. I hear that the further advantage of this system of measurement can include easily and mechanically arbitrary improvement to a measurement system currently used except the immersion lithography field in an immersion system, and there is.

[0015]

The above-mentioned system of measurement is provided with an alignment system which measures a position (x, y, and the Rz direction) of two or more alignment marks on said substrate preferably. According to one working example of this invention, said board table has a reference part and said system of measurement measures a position of said reference part, without passing said fluid of said supply system. A



position of an alignment mark is measured to said standard on said board table, and it should enable it to form a map of an alignment mark to a reference part preferably.

[0016]

According to one working example of this invention, a system of measurement is provided with a leveling (that is, measurement of z, Rx, and Ry direction is performed) degree sensor which measures height of a point on said substrate, and/or inclination. Therefore, although leveling degree measurement of a substrate was conventionally performed by "on-the-fly (on-the-fly) one" in an exposure station, it becomes possible to carry out on the outside of a fluid liquid retaining part.

[0017]

A lithography projection apparatus may have an exposure station and another measuring station which can expose said substrate, said system of measurement may be provided in said measuring station, and said board table may be movable between said exposure station and said measuring station. It may have two or more board tables, and each board table may be movable between an exposure station and a measuring station. While one board table is mapped, the 2nd board table can be exposed. Therefore, a throughput of a substrate increases, a device becomes more efficient and possession cost (the cost of ownership) is improved.

[0018]

According to one working example of this invention, said reference part is a penetration image sensor.

[0019]

Preferably, said alignment system measures displacement of two linearity rectangular directions, and a rotation in a flat surface which the two rectangular directions define.

[0020]

According to another mode of this invention, a device manufacturing method is provided and it is this method.

A step which prepares a substrate selectively covered in a layer of admiration radiation material at least on a board table which has a reference mark,

A step which measures a position of a point on said substrate using a measurement beam projected from a system of measurement,

A step which supplies a projection radiation beam using a radiation system,

A step filled up with space between final stage elements of a projection system which supplied a fluid and was used at a substrate and said projection step,

A step which uses a patterning means and gives a pattern to a projection beam in the section,

A step which projects a radiation beam patterned on a target portion of a layer of admiration radiation material

Implication,

Said measurement beam is not projected via said fluid.

[0021]

Although presentation of a concrete reference example is performed in this Description about a case where the above-mentioned device is used for manufacture of IC according to this invention, he should understand clearly that such a device has many other uses. For example, this device can be used for manufacture of

integrated optics systems, guidance/detecting patterns of a magnetic area memory, liquid crystal display panels, thin film magnetic heads, etc. Although a person skilled in the art will be understood, in the context of such an alternative use, it should be thought that a term "reticle", a "wafer", and a "die" are transposed to a "mask", a "substrate", and a "target (target) portion" which are more comprehensive terms, respectively.

[0022]

A term "radiation" and a "beam" are used on these Descriptions as what includes electromagnetic radiation of all the kinds containing an ultraviolet-radiation line (for example, thing whose wavelength is 365, 248, 193, 157, or 126 nm).

[Example]

[0023]

Working example of this invention is only described below for the purpose of illustration with reference to an attached schematic diagram side.

[0024]

The corresponding reference mark shows corresponding parts among the figure.

[0025]

Drawing 1 shows roughly the lithography projection apparatus by specific working example of this invention. This device possesses the following.

The radiation systems Ex and IL which supply the radiation projection beam PB (for example, UV radiation line) (in this specific example, this is further provided with radiation source LA)

1st object table (mask table) MT connected to the 1st positioning means that is provided with the mask holder holding mask MA (for example, reticle), and positions a mask correctly to article PL,

2nd object table (board table) WT connected to the 2nd positioning means that is provided with the substrate holder holding the substrate W (for example, silicon wafer by which resist covering was carried out), and positions a substrate correctly to article PL — and

Projection system ("lens") PL for carrying out image formation of the radiation parts of mask MA to the target (target) portion C of the substrate W (for example, one or more dies are included) (for example, diffraction lens system).

As shown here, this device is a transmission type (for example, it has a transmission mask) thing. However, generally a reflection type (for example, it had the reflecting mask) thing may be sufficient as this device. Or the patterning means of other kinds, such as a programmable mirror array shown previously, may be used for this device.

[0026]

Radiation source LA (for example, laser production or the source of discharge plasma) generates a radiation beam. Although this beam is supplied to illuminating-system (irradiation equipment) IL, this is directly good in a line, or after passing passage type regulation means, such as the beam expander Ex, for example, it may be performed. Irradiation equipment IL may be provided with regulation means AM which sets up the radius range of the exterior of the intensity distribution of a beam, and/or an inside (sigma-outer and sigma-inner are usually called, respectively). Irradiation equipment IL will usually have other various component parts, such as integrator (integrator) IN and beam condensing unit CO. Thus, the beam PB which entered into

mask MA has desired homogeneity and intensity distribution in the section.

[0027]

Although I would like you to mind about drawing 1, and radiation source LA may be in the case of a lithography projection apparatus (for example, that is often right when it is a mercury lamp like), The radiation beam which radiation source LA is separated from the lithography projection apparatus, and was generated may be made to draw in this (using a suitable inclination mirror, for example) device. There are many latter examples, when radiation source LA is an excimer laser. This invention and its claim include the both sides of these examples.

[0028]

The beam PB intersects after that mask MA held on mask table MT. After the beam PB passes mask MA, projection system PL is passed and, thereby, the beam PB converges on the target portion C of the substrate W. Using the 2nd positioning means (and interferometric measurement means IF), board table WT is correctly movable so that the various target portions C may be positioned in the course of the beam PB, for example. Similarly, after incorporating mask MA from a mask library mechanically, using the 1st positioning means, mask MA can be correctly positioned to the course of the beam PB during a scan. Generally, although movement of the object tables MT and WT is performed using the module (coarse positioning) of a long stroke, and the module (detailed positioning) of a short stroke, these are not specified in drawing 1. However, in the case of a wafer stepper (to a step and scan device and the contrary), it is also good to connect mask table MT to the actuator of a short stroke, or it may fix to an XY plane.

[0029]

The device explained here can be used in the following two different modes.

1. In step mode, mask table MT is fundamentally maintained by the state of rest, and the whole mask image is projected on the target portion C in 1 time of distance (one go) (namely, 1 time of flash plate).

Subsequently, board table WT is shifted to x and/or a y direction, and enables it to irradiate with target portion C with the another beam PB.

2. In scanning mode, although the same procedure is applied fundamentally, differ in that the given target portion C is not exposed with 1 time of a "flash plate." Instead, mask table MT is movable at the speed v in a given direction (what is called a "scanning direction", for example, a y direction), and, as a result, the projection beam PB comes to scan a mask image top. With this, board table WT moves to a uniform direction or a counter direction simultaneously by speed  $V=Mv$ , however M is the magnification (usually  $M=1/4$  or  $1/5$ ) of projection system PL. Thus, exposure of the comparatively large target portion C is attained in the situation at the sacrifice of resolution.

[0030]

In drawing 2, board table WT is in a measuring station, and alignment and/or leveling degree measurement are performed here. The plate which reference part F1 (reference point: referred to as fiducial) is established, and this made penetrate a board table by etching by the pattern corresponding to a standard alignment mark can be provided. Under reference part F1, there is a radio active ray sensor known also as a penetration image sensor, and it reacts to radiation. In a measuring station, move board table WT, detect reference part F1 using an alignment system within the system of measurement 30, subsequently detect the alignment mark on the substrate W, and by it. It becomes possible to trace the position (x, y, and the Rz

direction) of the substrate alignment mark which should be found out. In one working example, the position of an alignment mark is measured and determined to a reference part.

[0031]

Subsequently, leveling degree measurement of a substrate is performed in a measuring station. In order to measure the degree of leveling of a substrate, before being reflected with the substrate W, the equalization (discharged from system of measurement 30) beam which passes the 1st lattice can be used. Subsequently, the 2nd lattice is arranged at the course of the equalization beam after reflecting with the substrate W. The range whose image of the 1st and 2nd lattices corresponds is measured by a leveling degree measuring sensor, and is determined by the height of the substrate W, and/or inclination (therefore, z, Rx, and Ry coordinates are also determined). Refer to European patent application EP02257251 for the further explanation about leveling degree measurement of a substrate. Therefore, the map of a substrate can be created using the data obtained from alignment of a substrate and leveling degree measurement of the substrate.

[0032]

Subsequently, as shown in drawing 3, substrate WT moves to another exposure station. The liquid supply means 18 is established here, a fluid (for example, water) is supplied to the space between projection system PL and board table WT, and the fluid liquid retaining part 10 is formed. an uncontacted sealed condition (contactless) is formed to a substrate around the image area of projection system PL, as a result, a fluid is shut up, and the liquid retaining part 10 fills up the space between a substrate face and the final stage element of projection system PL with this example. The sealing member 12 is arranged so that this may be surrounded in the lower part of the final stage element of projection system PL, it made the liquid retaining part 10 and the boundary, and is provided with the liquid supply means 18. The sealing member 12 has extended partly above the final stage element of a projection system.

To the step (step) of a projection system, or the final stage element of a projection system, a \*\* form is carried out closely, for example, it has a circular inner periphery edge in the upper part.

In a pars basilaris ossis occipitalis, the \*\* form of this inner periphery edge is closely carried out to the shape of an image area. Although this shape is a rectangle, it may not necessarily be so. The buffer part (buffer) which a fluid is incorporated into the space the lower part of a projection system and inside the sealing member 12, and the height of a fluid rises to the upper part of the final stage element of projection system PL, and consists of fluids as a result is formed.

[0033]

The sealing gas (gas seal) 16 is formed between the pars basilaris ossis occipitalis of the sealing member 12, and the surface of the substrate W, and has shut up the fluid of the liquid retaining part. Although this sealing gas is formed, for example by gas, such as air and synthetic air, it is preferably formed with N<sub>2</sub> or other inactive gas.

The gap between the sealing member 12 and a substrate is supplied via the entrance 15 under a pressure, and it is drawn out via the exit 14.

The overpressure power of the gas inlet 15, the degree of vacuum of the 1st exit 14, and the geometrical form of a gap are constituted so that a fast air stream for inner which shuts up a fluid may arise.

[0034]

In one working example, the fluid liquid retaining part demarcated by the entrance (plurality is good) IN and the exit (plurality is good) OUT as shown in drawing 4 and drawing 5 is applicable similarly. In such a case, it is possible to provide the entrance (plurality is good) IN and the exit (plurality is good) OUT as well as an exposure station, and to provide a measuring station.

[0035]

In order to check the exact position of board table WT in an exposure station, reference part F1 is scanned in the three directions through the air image (aerial image) of the alignment mark on mask MA. A maximum signal is returned when a reference part is aligned with the image of the alignment mark on a mask in the best focal plane (the plane of best focus). Therefore, the position of the part on the substrate W, height, and/or inclination are obtained using the map of the substrate W generated in the measuring station. In order to pursue movement of board table WT, suitable position measuring devices, such as an interferometer beam projected toward the one-or-more side of board table WT, may be used. It is possible to arrange the specific point on a board table to the focus of projection system PL, and to expose the target portion C of the substrate W.

[0036]

After the exposure to the substrate W is completed, this substrate is removed towards the following process and a new substrate is arranged on board table WT. The board table which has arranged a new substrate is returned to a measuring station, and can repeat processing.

[0037]

The removal of a fluid liquid retaining part before board table WT leaves an exposure station, For example, it is possible to reduce the pressure of a gas inlet and to carry out by inhaling a fluid according to a vacuum system in drawing 2 and the example shown in 3, Or it is possible to suspend to slush a fluid on a substrate via the entrance IN in drawing 4 and the example shown in 5, and to carry out by inhaling a fluid by the exit OUT.

[0038]

In order to check the exact position of board table WT, it may carry out without performing perception of the position of the penetration image sensor mentioned above via a fluid, or passing a fluid as an exception method, and amendment may be added.

[0039]

While according to one working example of this invention providing at least two board tables, having the reference part, respectively and one board table's being in a measuring station, another side is located in an exposure station. Those board tables are movable between an exposure station and a measuring station.

[0040]

Instead of using reference mark F1 and a projection system for aligning a substrate, the measuring method of an off-axis (off-axis) can be used. Reference mark F1 can be aligned using other systems near the projection system PL. As an exception method, what has a right-angled axis to the projection axis of another reference part and another system, for example, a projection system, may be used. The further explanation about such an off-axis measuring method can be seen by EP-A-0906590.

[0041]

As an exception method, probably, it will be possible for it not to be necessary to remove the fluid of the

fluid liquid retaining part 10 thoroughly, and to only be re-filled up if needed, when a board table is above a projection system (that is, the upper and lower sides of the projection system are reverse compared with drawing 1).

[0042]

A separate measuring station is not provided in the detection system by another working example. Although detection and measurement of an alignment mark are performed in an exposure station, the fluid of the liquid retaining part 10 is not used. Subsequently, it fills up with the fluid liquid retaining part 10, and exposure is performed. Leveling degree measurement can be performed similarly in an exposure station, without using the fluid of the liquid retaining part 10. An off-axis (off-axis) or an on-axis (on-axis) may be sufficient as these measurement.

[0043]

Although concrete working example of this invention was described until now, it will be understood that this invention can be carried out also by a method other than the method explained above. The above-mentioned explanation is not what meant limiting this invention.

[Brief Description of the Drawings]

[0044]

[Drawing 1] It is a figure showing the lithography projection apparatus by one working example of this invention.

[Drawing 2] It is a figure showing details with the lithography projection apparatus by one working example of this invention.

[Drawing 3] It is the same details as drawing 2 of the lithography projection apparatus by one working example of this invention, and is a figure showing the state in a different stage in an exposure process.

[Drawing 4] It is a figure showing another fluid supply system by one working example of this invention.

[Drawing 5] It is the figure by one working example of this invention which looked at the fluid supply system of drawing 4 from another viewpoint.

[Description of Notations]

[0045]

10 Liquid retaining part

12 Sealing member

14 Exit

15 Entrance

16 Sealing gas

18 Liquid supply means

30 System of measurement

AM Regulation means

C Target portion

CO Beam condensing unit

Ex Radiation system (beam expander)

F1 Reference part

IF Interferometric measurement means

IL Illuminating system (irradiation equipment)

IN Integrator

IN Entrance

LA Radiation source

MA Mask

MT Mask table

OUT Exit

PB Beam

PL Projection system

W Substrate

WT board table

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-165666

(P2004-165666A)

(43) 公開日 平成16年6月10日(2004.6.10)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/027

G03F 7/20

F I

H01L 21/30

525R

G03F 7/20

521

H01L 21/30

516F

H01L 21/30

514C

テーマコード (参考)

5F046

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-381339 (P2003-381339)  
 (22) 出願日 平成15年11月11日 (2003.11.11)  
 (31) 優先権主張番号 02257822.3  
 (32) 優先日 平成14年11月12日 (2002.11.12)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)  
 (31) 優先権主張番号 03253692.2  
 (32) 優先日 平成15年6月11日 (2003.6.11)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 502010332  
 エイエスエムエル ネザランドズ ベスロ  
 ーテン フェンノートシャップ  
 オランダ国 5503 エルエイ フェル  
 トホーフェン, デ ルン 1110  
 (74) 代理人 100066692  
 弁理士 浅村 皓  
 (74) 代理人 100072040  
 弁理士 浅村 肇  
 (74) 代理人 100080263  
 弁理士 岩本 行夫  
 (74) 代理人 100087217  
 弁理士 吉田 裕

最終頁に続く

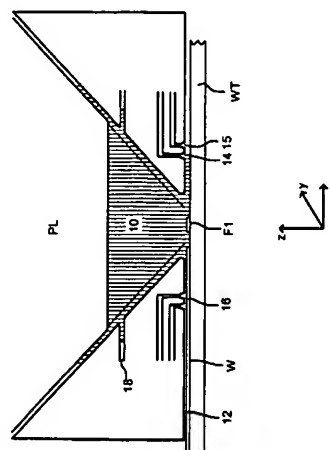
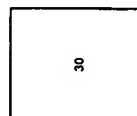
(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置及びデバイス製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 イメージョン・リソグラフィ装置内で基板を正確にアライメントし、かつ／又は正確に平準化する方法及び装置を提供すること。

【解決手段】 基板表面のマップを測定ステーションで生成する。次いで基板を、投影レンズと基板の間の空間が液体で充填される場所に移動する。次いで、基板を、たとえば透過イメージ・センサを用いてアライメントし、事前のマッピングを用いて基板を正確に露光できる。すなわち、マッピングは液体環境では行われない。

【選択図】 図3





## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

投影放射線ビームを供給する放射系と、  
所望のパターンに従って該投影ビームをパターニングするように働くパターニング手段を支持する支持構造と、  
基板を保持する基板テーブルと、  
基板の目標部分上にパターニングされたビームを投影する投影系と、  
前記投影系の最終段要素と前記基板との間の空間を液体で充填する液体供給系と、  
前記基板上の点の位置を測定する測定系と  
を備えたリソグラフィ投影装置であって、  
前記測定系が前記液体供給系の前記液体を介さずに前記基板上の点の位置を測定するように構成されたことを特徴とする  
リソグラフィ投影装置。

10

## 【請求項 2】

前記測定系が、前記基板上の複数のアライメント・マークの位置を測定するアライメント系を備えている、請求項 1 に記載のリソグラフィ投影装置。

## 【請求項 3】

前記基板テーブルは基準部を有し、前記測定系は、前記供給系の前記液体を介さずに前記基準部の位置を測定する、請求項 1 又は 2 に記載のリソグラフィ投影装置。

20

## 【請求項 4】

前記測定系は、前記基板上の複数の前記アライメント・マークの位置を前記基板テーブル上の前記基準に対して測定する、請求項 3 に記載のリソグラフィ投影装置。

## 【請求項 5】

前記測定系は前記基板上の点の高さ及び／又は傾きを測定する平準度センサを備えた、請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

## 【請求項 6】

前記基板を露光できる露光ステーション及び別の測定ステーションを有しており、前記測定系は前記測定ステーションに設けられ、前記基板テーブルは前記露光ステーションと前記測定ステーションの間で可動である、請求項 1 から 5 までのいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

30

## 【請求項 7】

複数の基板テーブルを有し、各基板テーブルが露光ステーションと測定ステーションの間で可動である、請求項 6 に記載のリソグラフィ投影装置。

## 【請求項 8】

前記基準部が透過イメージ・センサである、請求項 1 から 7 までのいずれか一項に記載のリソグラフィ投影装置。

## 【請求項 9】

デバイス製造方法であって、  
少なくとも部分的に感放射線材料の層で覆われた基板を、基準マークを有する基板テーブル上で準備するステップと、  
測定系から投影された測定ビームを用いて前記基板上の点の位置を測定するステップと、  
放射系を用いて投影放射線ビームを供給するステップと、  
液体を供給して基板と前記投影ステップで用いた投影系の最終段要素との間の空間を充填するステップと、  
パターニング手段を使用して、投影ビームにその断面においてパターンを与えるステップと、  
感放射線材料の層の目標部分上にパターニングされた放射線ビームを投影するステップと  
を含み、

40

50

前記測定ビームは前記液体を経由して投影されないことを特徴とする、  
デバイス製造方法。

【請求項 10】

位置を測定するステップは、前記基板上のアライメント・マークの位置を測定することを含む、請求項 9 に記載のデバイス製造方法。

【請求項 11】

位置を測定するステップは、前記基板上の点の高さ及び／又は傾きを測定することを含む、請求項 9 又は 10 に記載のデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、

投影放射線ビームを供給する放射系と、

所望のパターンに従って該投影ビームをパターンニングするように働くパターンニング手段を支持する支持構造と、

基板を保持する基板テーブルと、

基板の目標部分上にパターンニングされたビームを投影する投影系と、

前記投影系の最終段要素と前記基板との間の空間を液体で充填する液体供給系と、

前記基板上の点の位置を測定する測定系と

を備えたリソグラフィ投影装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

本明細書で使用される用語「パターンニング手段」は、基板の目標部分に生成されるべきパターンに対応してパターンニングされた断面を有する入射放射線ビームを与えるために使用できる手段を称するものとして広範に解釈されるべきである。用語「光バルブ」も、やはりこの文脈で使用できるものである。一般に、上記パターンは、集積回路又は他のデバイスなどの、目標部分に生成されたデバイスにおける特定の機能層に対応するものである（下記参照）。そのようなパターンニング手段は、以下のものを含む。

マスク。マスクの概念はリソグラフィで公知であり、これは、バイナリ交替位相シフト及び減衰位相シフトマスク・タイプ並びに各種ハイブリッド・マスク・タイプなどのマスク・タイプを含む。放射線ビーム中にそのようなマスクを配置することによって、マスク上のパターンに従って、マスクに投射する放射線を（透過性マスクの場合）選択的に透過させ、又は（反射性マスクの場合に）反射させる。マスクの場合、支持体構造は、一般にマスク・テーブルであり、これによって確実にマスクを入射放射線ビーム中の所望の位置に保持することが可能になり、必要ならばビームに対して移動できるようになる。

30

プログラム可能ミラー・アレイ。このようなデバイスの一例は、粘弾性制御層及び反射面を有するマトリックス・アドレス指定可能面である。そのような装置を支える基本原理は、（たとえば）反射面のアドレス指定領域で入射光が回折光として反射し、一方アドレス指定されていない領域で入射光が非回折光として反射することである。適切なフィルタを使用して、上記の非回折光を反射ビームからフィルタ除去して、後方に回折光のみを残すことが可能であり、この方式で、マトリックス・アドレス指定可能面のアドレス指定パターンに従ってビームがパターンニングされる。プログラム可能ミラー・アレイの代替例では、複数の微小ミラーからなるマトリックス配列を使用する。各微小ミラーは、適切な局所電界を印加するか、圧電作動手段を使用することにより、軸に対してそれぞれ傾けることが可能である。やはり、このミラーもマトリックス・アドレス指定可能であり、その結果、アドレス指定されたミラーが入射放射線ビームをアドレス指定されていないミラーと異なる方向に反射するようになっている。このようにして、反射したビームはマトリックス・アドレス指定可能ミラーのアドレス指定パターンに従ってパターンニングされる。必要なマトリックス・アドレス指定は、適切な電子手段を使用して実行することができる。上記の事例の双方において、パターンニング手段は 1 つ又は複数のプログラム可能ミラー・ア

40

50

レイを備えることが可能である。このようなミラー・アレイに関するさらなる情報は、たとえば米国特許US5296891及びUS5523193、並びにPCT特許出願WO98/38597及びWO98/33096から得ることができ、これらは、参照として本明細書に組み込まれる。プログラム可能ミラー・アレイの場合、上記の支持体構造は、必要に応じて固定又は可動にできる、たとえばフレーム又はテーブルとして具現化できる。

プログラム可能LCDアレイ。そのような構造の例は、米国特許US5229872に示されており、該特許は参照として本明細書に組み込まれる。上述のように、この場合の支持体構造は、必要に応じて固定又は可動にできる、たとえばフレーム又はテーブルとして具現化できる。

話を簡単にするために、本文書の残りでは、ある種の設定の下、マスク及びマスク・テーブルを含む例が特に対象となるが、そのような例で考察する一般的原理は、本明細書で先に示したパターニング方法のより広範な文脈で理解されるべきである。

#### 【0003】

リソグラフィ投影装置は、たとえば、集積回路(IC)の製造で利用できる。そのような場合、パターニング手段は、ICの個々の層に対応する回路パターンを生成することができる。このパターンは、感放射線材料(レジスト)層で被覆された基板(シリコン・ウェーハ、LCD、マスク等)上の(たとえば1つ又は複数のダイを備える)目標部分上に結像できる。一般に、1枚のウェーハが、1度に1つずつ投影系を介して連続的に照射される複数の隣接目標部分からなるネットワーク全体を含むことになる。現行の装置では、マスク・テーブル上のマスクによるパターニングを利用するが、異なる2つの機械形式の間で区別がなされる。一方の形式のリソグラフィ装置では、各目標部分は1回の行程(one go)で目標部分上にマスク・パターン全体を露光することによって照射が行われ、このような装置は通常ウェーハ・ステッパと称される。通常ステップ・アンド・スキャン装置と称される代替装置では、各目標部分に対する照射は、所与の基準方向(スキャン方向)の投影ビーム下でマスクを漸進的にスキャンし、同時に該方向に対し平行又は反平行に基板テーブルをスキャンすることによって行われる。一般に、この投影系は倍率M(概ね<1)を有するので、基板テーブルをスキャンする速度Vは、マスク・テーブルをスキャンする速度に倍率Mを乗じたものになる。この個所で説明したリソグラフィ装置に関するさらなる情報は、たとえばUS6046792から得られ、これは参照として本明細書に組み込まれる。

#### 【0004】

リソグラフィ投影装置を用いた製造プロセスでは、(たとえばマスク内の)パターンが、感放射線材料(レジスト)の層により少なくとも部分的に覆われた基板上に結像される。結像ステップの前に、基板は、プライミング、レジスト、及びソフト・ベークなどの種々の手順を経る。露光後、基板は、ポスト露光ベーク(post-exposure bake:PEB)、現像、ハード・ベーク、及び結像フィーチャの測定/検査など、他の手順を経ることになる。この手順の配列は、デバイス、たとえばICの個々の層をパターンニングするための基本として用いられる。次いで、そのようなパターンニングされた層は、エッチング、イオン注入(ドーピング)、メタライゼーション、酸化、化学機械研磨などの種々のプロセスを経ることになる。これらはすべて個々の層を仕上げるために所期されたものである。複数の層が必要な場合、その手順全体又はそれを変更したものを、新しい各層に対して繰り返す必要がある。最終的にデバイスのアレイが基板(ウェーハ)上に現れることになる。次いでデバイスは、ダイシング又はソーイングなどの技法により互いから分離され、次いで個々のデバイスが、ピンなどに接続した状態でキャリアに実装することができる。そのようなプロセスに関するさらなる情報は、たとえば、「Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing」、Third Edition, Peter van Zant 著、McGraw Hill Publishing Co., 1997、ISBN0-07-067250-4なる書籍から得ることができ、これ

は参照として本明細書に組み込まれる。

【0005】

話を簡単にする目的で、投影系はこれ以降「レンズ」と称することになるが、この用語は、たとえば屈折光学機器、反射光学機器、カタディオプトリック系 (catadioptric system) を含む各種タイプの投影系を広く包含するものと解釈されるべきである。放射線系は、投影放射線ビームを指向、形成、又は制御するこれらの設計タイプのいずれかにより動作する構成要素も含むことになる。このような構成要素も以下、集合的に又は単一的に「レンズ」と称することになる。さらに、リソグラフィ装置は、2個以上の基板テーブル（及び／又は2個以上のマスク・テーブル）有するタイプのものでもよい。このような、「複数ステージ (multiple stage)」装置では、追加のテーブルが並行して使用可能であり、又は、1個又は複数のテーブル上での準備的なステップの実行が、他の1個又は複数のテーブルを露光に使用した状態で可能である。デュアル・ステージのリソグラフィ装置は、たとえばUS5969441及びWO98/40791に記載されており、これは本明細書に参照として組み込まれる。

10

【0006】

リソグラフィ業界では、いっそう複雑な集積回路を製造するためにシリコン上のフィーチャ・サイズを縮小するよう絶えず試みている。フィーチャ・サイズは回折効果により制限される。すなわち、波長 $\lambda$ を用いる特定の開口数NAの系の分解能は、

【0007】

【数1】

20

$$W = k \frac{\lambda}{NA}$$

で与えられ、kは係数 (pre-factor) である。開口数NAは $n \cdot \sin \theta$ と等しく、ただし、nは透過物質の屈折率である。

【0008】

したがって、分解能を縮小するためには、波長を小さくしても、開口数を上げてよい。比較的屈折率が高い液体、たとえば水に基板を浸し、投影系の最終段要素と基板との間の空間を充填するようにすることが提案されている。この場合の特徴はより小さなフィーチャを結像できることにあるが、それは、露光放射線の波長が液体中で短くなるからである。（液体の効果を、系の有効開口数NAを上げたこととみなしてもよい。）

30

【0009】

しかし、基板、又は基板及び基板テーブルを液体の槽に浸す（たとえばUS4509852を参照されたい。これは全体が参照として本明細書に組み込まれる）と言うことは、スキャン露光中に加速する必要がある多量の液体があるということを意味する。このことにより、モータの追加又はより強力なモータが必要となり、また液体中の乱流が望ましくない不測の結果を招く可能性がある。

【0010】

提案された解決法の1つは、液体供給システムで投影系の最終段要素と基板との間の局所領域に液体を供給することである（基板は概ね投影系の最終段要素より大きな表面積を有している）。これを用意するために提案されている1つの方法は、WO99/49504で開示されており、これは全体が参照として本明細書に組み込まれる。図4及び図5に示すように液体は、少なくとも1つの入口INを介して、好ましくは最終段要素に対する基板の移動方向に沿って基板上に供給され、投影系の下方を通過した後少なくとも1つの出口OUTを介して除去される。すなわち、基板が-X方向に最終段要素の下方でスキャンされると、液体が最終段要素の+X側で供給され-X側で抜き取られる。図4で概略的に示す構成では、液体が入口INを介して供給され、最終段要素の他方の側から、低圧源に接続された出口OUTを介して引き抜かれる。図4の例示では、液体は最終段要素に対する基板の移動方向に沿って供給されるが、これは必ずしも必須ではない。最終段要素の

40

50

周りに様々な方向で様々な個数の入口及び出口を配置することが可能であるが、図5に例示した一例では、入口とその両側の出口からなる4個の組が、液体の保液部（reservoir）を形成する最終段要素周辺の規則パターンに設けられている。

【0011】

しかし、イマージョン・リソグラフィ（immersion lithography）は発展途上の技術であり、実際の適用に際しては多くの問題が残っている。本特許出願は特に、基板のアライメント及び平準化に関する。従来技術では、アライメント及び平準化は、基板が投影系の視野内（すなわち、露光ステーション）にある状態で行われている。しかし、浸漬用液体の保液部内及びその周辺では、アライメント装置又は平準度測定装置が利用できる空間はそれほどなく、そのため、実際の適用は複雑になりがちであり、又は精度を損なう可能性がある。さらに、アライメント及び平準度測定装置の近傍に液体が存在することにより、この装置の性能が低下する可能性がある。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の1つの目的は、イマージョン・リソグラフィ装置内で基板を正確にアライメントし、かつ／又は正確に平準化する方法及び装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この目的及び他の目的は、本発明に従って、冒頭の段落で特定されたリソグラフィ装置で実現され、この装置は、前記液体供給系の前記液体を介さずに前記基板上の点の位置を測定するように測定系が構成されることを特徴とする。したがって、基板上の点の位置は、浸漬系の外部で液体が存在しない状態で測定される。別法として、基板の目標箇所を液体中に沈めながら測定を行ってもよい、すなわち、液体ではあっても、投影系の最終段要素と基板との間の空間を充填する該液体供給系から供給される液体とは同じでないものを介して測定を行ってもよい。したがって、基板上の点の位置は、液体が測定系と基板との間にある状態で測定され、次いでこの液体を除去した後、基板（及び基板テーブル）を投影系の焦点に移動し、ここで露光の実行に先立って、液体供給系から液体を供給して投影系の最終段要素と基板との間の空間を充填する。第2の液体供給系を測定系の近傍に配置してよい。

20

30

【0014】

本発明の1つの利点は、液体保液部で流れが良くなるということであり、それは、測定系が投影系近傍の該保液部内又はその周りに存在せず、測定系の性能が液体の存在によって低下することがないということによる。さらに、液体保液部で流れが円滑である状態が好ましいが、これは粗い縁部を招くような装置内の変化がなくなるからである。この方法を用いて、イマージョン・リソグラフィ用に特別に構成されていない測定系を複雑な改造を施すことなく使用できる。この測定系のさらなる利点は、イマージョン・リソグラフィ分野以外で使用されている測定システムに対する任意の改良を容易にかつ機械的に浸漬システムに組み込むことが可能であるということである。

【0015】

上記測定系は、好ましくは、前記基板上の複数のアライメント・マークの（x、y、Rz方向の）位置を測定するアライメント系を備えている。本発明の一実施例によると、前記基板テーブルは基準部を有し、前記測定系は、前記供給系の前記液体を介さずに前記基準部の位置を測定する。好ましくは、アライメント・マークの位置を前記基板テーブル上の前記基準に対して測定し、基準部に対するアライメント・マークのマップを形成できるようにすべきである。

40

【0016】

本発明の一実施例によると、測定系は前記基板上の点の高さ及び／又は傾きを測定する（すなわちz、Rx、Ry方向の測定を行う）平準度センサを備えている。したがって、基板の平準度測定は、従来は露光ステーションで「オンザフライ（on-the-fly）

50

)」で行われていたが、液体保液部の外側で行うことが可能になる。

【0017】

リソグラフィ投影装置は、前記基板を露光できる露光ステーション及び別の測定ステーションを有しており、前記測定系は前記測定ステーションに設けられ、前記基板テーブルは前記露光ステーションと前記測定ステーションの間で可動であってもよい。さらに、複数の基板テーブルを有し、各基板テーブルが露光ステーションと測定ステーションの間で可動であってもよい。1つの基板テーブルがマッピングされている間に、第2の基板テーブルを露光できる。したがって、基板のスループットが高まり、装置はより効率的になり、保有コスト (the cost of ownership) が改善される。

【0018】

本発明の一実施例によると、前記基準部は透過イメージ・センサである。

【0019】

好ましくは、前記アライメント系は、2つの線形直角方向の変位、及びその2つの直角方向が定義する平面内での回転量を測定する。

【0020】

本発明の別の態様によると、デバイス製造方法が提供され、この方法は

少なくとも部分的に感放射線材料の層で覆われた基板を、基準マークを有する基板テーブル上で準備するステップと、

測定系から投影された測定ビームを用いて前記基板上の点の位置を測定するステップと

、

放射系を用いて投影放射線ビームを供給するステップと、

液体を供給して基板と前記投影ステップで用いた投影系の最終段要素との間の空間を充填するステップと、

パターニング手段を使用して、投影ビームにその断面においてパターンを与えるステップと、

感放射線材料の層の目標部分上にパターニングされた放射線ビームを投影するステップと

を含み、

前記測定ビームは前記液体を経由して投影されないことを特徴とする。

【0021】

本明細書では、具体的な参考例の提示を、本発明に従ってICの製造に上記装置を使用する場合について行うが、そのような装置は他の多くの用途があることを明白に理解すべきである。たとえば、該装置を、集積光学システム、磁気領域メモリの案内/検出パターン、液晶表示パネル、薄膜磁気ヘッド等の製造に使用できる。当業者は理解されようが、このような代替用途の文脈では、用語「レチクル」、「ウェーハ」、「ダイ」はより包括的な用語である「マスク」、「基板」、「目標 (target) 部分」にそれぞれ置き換えられると考えるべきである。

【0022】

本明細書で用語「放射線」及び「ビーム」は、紫外放射線 (たとえば波長が365、248、193、157又は126nmのもの) を含むすべての種類の電磁放射線を包含するものとして使用される。

【実施例】

【0023】

本発明の実施例を、添付の概略図面を参照して単に例示の目的で以下に説明する。

【0024】

図中、対応する参照符号は対応する部品を示している。

【0025】

図1は、本発明の特定の実施例によるリソグラフィ投影装置を概略的に示す。この装置は、以下のものを具備している。

放射線投影ビームPB (たとえばUV放射線) を供給する放射系Ex、IL (この特定

10

20

30

40

50

の例では、これはさらに放射線源 L A を備えている）、

マスク M A (たとえばレチクル) を保持するマスク・ホルダを備え、物品 P L に対して正確にマスクを位置決めする第 1 位置決め手段に接続された第 1 物体テーブル (マスク・テーブル) M T、

基板 W (たとえばレジスト被覆されたシリコン・ウェーハ) を保持する基板ホルダを備え、物品 P L に対して正確に基板を位置決めする第 2 位置決め手段に接続された第 2 物体テーブル (基板テーブル) W T、並びに、

基板 W の目標 (target) 部分 C (たとえば 1 つ又は複数のダイを含む) に対してマスク M A の被放射部分を結像するための投影系 (「レンズ」) P L (たとえば回折レンズ系)。

10

ここで示したように、該装置は (たとえば透過マスクを有する) 透過型のものである。ただし、一般には、該装置はたとえば、(たとえば反射マスクを備えた) 反射型のものでもよい。あるいは、該装置は、先に示したプログラム可能ミラー・アレイなど、他の種類のパターンニング手段を使用してもよい。

#### 【0026】

放射線源 L A (たとえばレーザ生成又は放電プラズマ源) は放射線ビームを生成する。このビームは照射系 (照射装置) I L に供給されるが、これは、直接行ってもよく、あるいは、たとえばビーム拡大器 E x などの通過式調節手段を通過した後に行ってもよい。照射装置 I L は、ビームの強度分布の外部及び／又は内部の半径範囲 (それぞれ通常 outer 及び inner と称する) を設定する調節手段 A M を備えていてもよい。さらに、照射装置 I L は通常、インテグレータ (integrator) I N 及び集光装置 C O など他の様々な構成部品を有することになる。このようにして、マスク M A に入射したビーム P B は、その断面で所望の均一性及び強度分布を有する。

20

#### 【0027】

図 1 に関して留意していただきたいが、放射線源 L A は (たとえば水銀ランプである場合にしばしばそうであるように) リソグラフィ投影装置の筐体内に在ってもよいが、放射線源 L A がリソグラフィ投影装置から離れており、かつ生成された放射線ビームが (たとえば適切な指向ミラーを用いて) 該装置内に導かれるようにしてもよい。後者の事例は、放射線源 L A がエキシマ・レーザである場合に多い。本発明とその特許請求範囲はそれら事例の双方を包含するものである。

30

#### 【0028】

ビーム P B は、その後、マスク・テーブル M T 上に保持されたマスク M A に交差する。ビーム P B は、マスク M A を通過してから、投影系 P L を通過し、これによりビーム P B が基板 W の目標部分 C 上に集束する。第 2 位置決め手段 (及び干渉計測定手段 I F) を用いて、基板テーブル W T を、たとえば種々の目標部分 C をビーム P B の経路中に位置決めするように正確に移動できる。同様に、第 1 位置決め手段を用いて、たとえばマスク・ライブラリからマスク M A を機械的に取り込んだ後で、又はスキャン中に、ビーム P B の経路に対してマスク M A を正確に位置決めできる。一般には、物体テーブル M T、W T の移動は、長ストロークのモジュール (粗い位置決め) と短ストロークのモジュール (微細な位置決め) とを用いて行われるが、これらは図 1 には明示していない。ただし、ウェーハ・ステッパの場合 (ステップ・アンド・スキャン装置と反対に) マスク・テーブル M T を、単に短ストロークのアクチュエータに接続するだけでもよく、又は X Y 平面に固定してもよい。

40

#### 【0029】

ここで説明する装置は以下の 2 つの異なるモードで使用できる。

1. ステップ・モードでは、マスク・テーブル M T は基本的に静止状態に維持され、マスク・イメージ全体は 1 回の行程 (one go) (すなわち 1 回のフラッシュ) で目標部分 C 上に投影される。次いで、基板テーブル W T は x 及び／又は y 方向にシフトして、ビーム P B が別の目標部分 C を照射できるようにされる。

2. スキャン・モードでは、基本的に同様の手順が適用されるが、所与の目標部分 C が 1

50

回の「フラッシュ」で露光されない点が異なる。その代わりに、マスク・テーブルMTは所与の方向（いわゆる「スキャン方向」、たとえばy方向）に速度vで移動可能であり、その結果投影ビームPBがマスク・イメージ上をスキャンするようになる。これと共に、基板テーブルWTは同一方向又は反対方向に速度 $V = Mv$ で同時に移動し、ただし、Mは投影系PLの倍率（通常は $M = 1/4$ 又は $1/5$ ）である。このようにして、分解能を犠牲にする必要がない状況で比較的広い目標部分Cが露光可能になる。

#### 【0030】

図2では、基板テーブルWTは測定ステーションに在り、ここでアライメント及び／又は平準度測定が行われる。基板テーブルは基準部F1（基準点：fiducialと呼ばれることがある）が設けられ、これは、標準アライメント・マークに対応するパターンでエッチングにより貫通させたプレートを具備することができる。基準部F1の下方には、透過イメージ・センサとしても知られる放射線センサが在り、放射線に反応する。測定ステーションでは、基板テーブルWTを移動して、測定系30内でアライメント系を用いて基準部F1を検出し、次いで基板W上のアライメント・マークを検出するようにし、それによって、見出すべき基板アライメント・マークの（x、y、Rz方向の）位置を突き止めることが可能になる。一実施例では、アライメント・マークの位置は基準部に対して測定され、決定される。

#### 【0031】

次いで、基板の平準度測定を測定ステーションで行う。基板の平準度を測定するために、基板Wで反射される前に第1の格子を通過する（測定系30から発射された）平準化ビームを使用できる。次いで第2の格子が、基板Wで反射した後の平準化ビームの経路に配置されている。第1及び第2格子のイメージが一致する範囲が平準度測定センサにより測定され、基板Wの高さ及び／又は傾きにより決定される（したがってz、Rx、Ry座標も決定される）。基板の平準度測定についてのさらなる説明は、欧州特許出願EP02257251を参照されたい。したがって、基板のアライメント及び基板の平準度測定から得られたデータを利用して、基板のマップを作成できる。

#### 【0032】

次いで、図3に示すように、基板WTは別の露光ステーションに移動する。ここでは液体供給手段18が設けられており、投影系PLと基板テーブルWTとの間の空間に液体（たとえば水）を供給して液体保液部10を形成するようになっている。この例では、保液部10は投影系PLのイメージ領域の周辺で基板に対して無接触の（contactless）封止状態を形成し、その結果、液体が閉じ込められて、基板表面と投影系PLの最終段要素との間の空間を充填するようになっている。封止部材12が、投影系PLの最終段要素の下方でこれを取り囲むように配置されており、保液部10と境界をなし、かつ液体供給手段18を備えている。封止部材12は、投影系の最終段要素の上方にいくらか延在しており、投影系の段部（step）又は投影系の最終段要素に対して上方で緊密に共形する、たとえば円形の内周縁部を有している。底部では、該内周縁部はイメージ領域の形状に緊密に共形する。この形状はたとえば長方形であるが、必ずしもそうでなくてよい。液体が、投影系の下方かつ封止部材12の内部の空間に取り込まれ、液体の高さが投影系PLの最終段要素の上方まで上昇し、その結果、液体からなる緩衝部（buffer）が形成される。

#### 【0033】

封止ガス（gas seal）16が封止部材12の底部と基板Wの表面との間に形成されており、保液部の液体を閉じ込めている。この封止ガスは、たとえば空気や合成空気などのガスで形成されるが、好ましくは $N_2$ や他の不活性ガスで形成されるものであり、圧力下で入口15を介して封止部材12と基板との間の間隙に供給され、出口14を介して引き抜かれる。ガス入口15の過圧力、第1の出口14の真空度、及び間隙の幾何形状は、液体を閉じ込めるような内向きの高速空気が生じるように構成される。

#### 【0034】

一実施例では、図4及び図5に示したような入口（複数可）IN及び出口（複数可）O

10

20

30

40

50



UTによって画定する液体保液部も同様に適用できる。このような場合、測定ステーションを、露光ステーションと同様に入口（複数可）IN及び出口（複数可）OUTを具備して設けることが可能である。

【0035】

露光ステーションでの基板テーブルWTの正確な位置を確認するために、マスクMA上のアライメント・マークの空中イメージ（aerial image）を通して3方向に基準部F1をスキャンする。基準部が最良焦平面（the plane of best focus）内でマスク上のアライメント・マークのイメージとアライメントされたときに、最大信号が返される。したがって、測定ステーションで生成された基板Wのマップを利用して、基板W上の箇所の位置、高さ、及び／又は傾きが得られる。基板テーブルWTの移動を追跡するために、基板テーブルWTの1つ又は複数の側に向かって投影された干渉計ビームなど適切な位置測定装置を使用してよい。基板テーブル上の特定の点を投影系PLの焦点に配置し、基板Wの目標部分Cの露光を行うことが可能である。

10

【0036】

基板Wに対する露光が終了すると、該基板は次の工程に向けて取り外され、新しい基板が基板テーブルWT上に配置される。新しい基板を配置した基板テーブルは測定ステーションに返され、処理を繰り返すことができる。

【0037】

基板テーブルWTが露光ステーションを離れる前の、液体保液部の除去は、たとえば、図2、3に示した事例では、ガス入口の圧力を減じて、液体を真空系により吸い込ませることによって行うことが可能であり、あるいは、図4、5に示した事例では、入口INを介して基板上に液体を流し込むことを停止して、液体を出口OUTにより吸い込ませることによって行うことが可能である。

20

【0038】

基板テーブルWTの正確な位置を確認するために、上述した透過イメージ・センサの位置の感知を液体を介して行ってもよく、あるいは別法として、液体を介さずに行って補正を加えてもよい。

【0039】

本発明の一実施例によると、少なくとも2つの基板テーブルを設け、それぞれ基準部を備えており、一方の基板テーブルが測定ステーションに在る間に、他方が露光ステーションに在る。それらの基板テーブルは露光ステーションと測定ステーションとの間で移動できる。

30

【0040】

基板をアライメントするのに基準マークF1と投影系を用いる代わりに、オフアクシス（off-axis）の測定法が使用できる。基準マークF1は投影系PL近傍の他の系を用いてアライメントできる。別法として、別の基準部及び別の系、たとえば投影系の投影軸に対して直角な軸を有するものを使用してもよい。このようなオフアクシス測定法に関するさらなる説明はEPA-0906590で見ることができる。

【0041】

別法として、基板テーブルが投影系の上方にある（すなわち投影系が図1と比べて上下が逆になっている）場合、液体保液部10の液体は完全に取り除く必要はなく、必要に応じて単に再充填することが可能であろう。

40

【0042】

別の実施例による検出法では、別個の測定ステーションは設けられない。アライメント・マークの検出及び測定は露光ステーションで行うが、保液部10の液体は用いない。次いで、液体保液部10が充填されて、露光が行われる。同様に平準度測定を、保液部10の液体を用いずに露光ステーションで行うことができる。これらの測定は、オフアクシス（off-axis）でもオンアクシス（on-axis）でもよい。

【0043】

本発明の具体的な実施例をこれまで説明したが、上記に説明した方式と別の方式でも本

50

発明を実施できることは理解されよう。上記の説明は、本発明を限定することを意図したものではない。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の一実施例によるリソグラフィ投影装置を示す図である。

【図2】本発明の一実施例によるリソグラフィ投影装置のある細部を示す図である。

【図3】本発明の一実施例によるリソグラフィ投影装置の図2と同一の細部であって、露光工程中の異なる段階における状態を示す図である。

【図4】本発明の一実施例による別の液体供給系を示す図である。

【図5】本発明の一実施例による、図4の液体供給系を別の視点から見た図である。

10

【符号の説明】

【0045】

10 保液部

12 封止部材

14 出口

15 入口

16 封止ガス

18 液体供給手段

30 測定系

AM 調節手段

20

C 目標部分

CO 集光装置

Ex 放射系（ビーム拡大器）

F1 基準部

IF 干渉計測定手段

IL 照射系（照射装置）

IN インテグレータ

IN 入口

LA 放射線源

MA マスク

30

MT マスクテーブル

OUT 出口

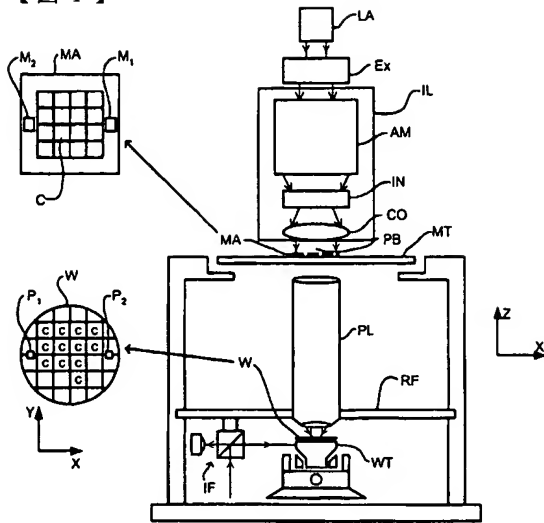
PB ビーム

PL 投影系

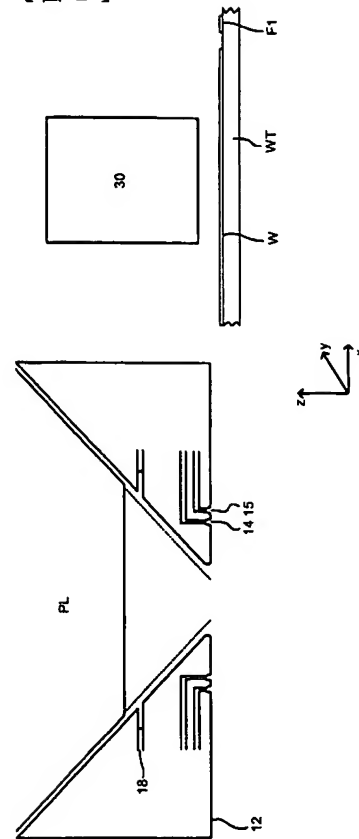
W 基板

WT 基板テーブル

【図 1】



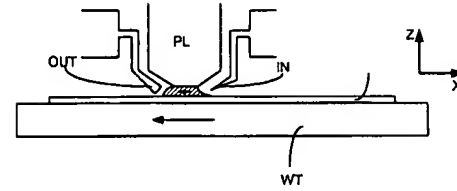
【図 2】



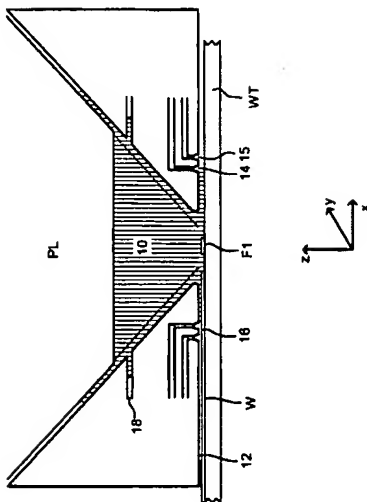
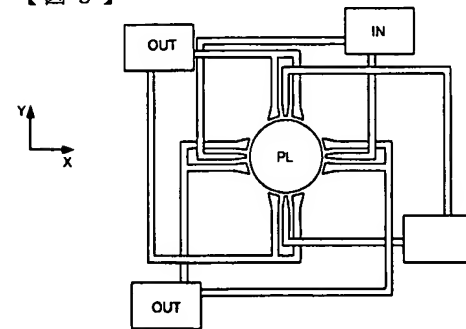
【図 3】



【図 4】



【図 5】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ヨエリ ロフ  
オランダ国 エイントホーフェン、グラーフ アドルフストラート 6
- (72)発明者 ヨアネス テオドール デ スミット  
オランダ国 エイントホーフェン、トンゲルセストラート 317エイ
- (72)発明者 ロエロフ アエイコ シーブランド リトセマ  
オランダ国 エイントホーフェン、クリスティナストラート 116
- (72)発明者 クラウス シモン  
オランダ国 エイントホーフェン、オルデンガールデ 11
- (72)発明者 テオドルス マリヌス モデルマン  
オランダ国 ヌーネン、オーデ ケルクディユク 58
- (72)発明者 ヨハンネス カタリヌス フベルトゥス ムルケンス  
オランダ国 マーストリヒト、トンゲルセストラート 68
- (72)発明者 ヘンドリクス ヨハンネス マリア メイイエール  
オランダ国 フェルトホーフェン、ゲールグレテル 20
- (72)発明者 エリク ローロフ ロープストラ  
オランダ国 ヘーゼ、ホディバルデュスラーン 15
- Fターム(参考) 5F046 BA04 DA07 ED02 FA10 FA17 FA20